

## VERFAHREN UND EINHEIT ZUR BILDAUFBEREITUNG VON RÖNTGENBILDERN

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bildaufbereitung von digitalen Röntgenbildern, bei dem an Bilddaten von mindestens einem Bildbearbeitungsmodul in Abhängigkeit von mindestens einem Parameter eine vorgegebene Modifikation durchgeführt wird. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Bildaufbereitungseinheit zur Durchführung des genannten Verfahrens und eine, die Bildaufbereitungseinheit enthaltende Röntgenvorrichtung.

- 15 Seit einigen Jahren verändern digitale Röntgendetektoren die klassische Radiografie bzw. Angio- und Cardangiografie. Verschiedene Technologien der digitalen Röntgendetektion sind zum Teil schon länger im Einsatz oder stehen kurz vor der Marktreife. Zu diesen digitalen Technologien zählen u.a.
- 20 Bildverstärker-Kamerasysteme, basierend auf Fernseh- oder CCD-Kameras, Speicherfoliensysteme mit integrierter oder externer Ausleseeinheit, Selen-basierte Detektoren mit elektrostatischer Auslesung und Festkörperdetektoren mit aktiven Auslesematrizen mit direkter oder indirekter Konversion der
- 25 Röntgenstrahlung.

- Im Gegensatz zur klassischen, mit Röntgenfilmen arbeitenden Radiografie liegt das Röntgenbild bei digitalen Röntgenvorrichtungen in elektronischer Form, d.h. in Form von Bilddaten, vor. Dies ermöglicht es, das Röntgenbild vor der Anzeige auf einem Bildschirm mit Mitteln der elektronischen Bildverarbeitung aufzubereiten, z.B. um in der medizinischen Anwendung ein zu untersuchendes Organ oder einen gesuchten krankhaften Befund besonders gut sichtbar zu machen. Gängige
- 30 Methoden der digitalen Bildverarbeitung umfassen beispielsweise die pixelweise Anwendung von Kennlinien zur grauwertabhängigen Farb- oder Helligkeitsänderung des Röntgenbildes,
- 35

Filteroperationen, wie die Anwendung eines Tiefpass-, Hochpass- oder Medianfilters, frequenzband-abhängige Filterung, Kontrast- oder Helligkeitsoperationen (auch als Fensterung bezeichnet) od. dgl.

5

Die Fülle der verfügbaren Einstellparameter führt in der Regel dazu, dass dasselbe, vom Röntgendetektor gelieferte Rohbild zu Endbildern aufbereitet werden kann, die sich hinsichtlich ihres optischen Eindrucks stark unterscheiden.

- 10 Der erwartete und als optimal empfundene Bildeindruck unterscheidet sich jedoch im Allgemeinen von Radiologe zu Radiologe. Dies führt dazu, dass bei der Installation eines Röntgensystems in der Regel individuelle Einstellungen hinsichtlich der Bildaufbereitung vorgenommen werden müssen, um die
- 15 von der Röntgenvorrichtung erzeugten Endbilder dem Geschmack bzw. der Schule der Röntgenabteilung oder sogar des einzelnen Radiologen anzupassen.

- Dieser Einstellungsprozess muss üblicherweise in enger
- 20 Zusammenarbeit der die Installation durchführenden Techniker mit den vorgesehenen Benutzern, also Radiologen oder sonstigen Applikationsfachkräften, durchgeführt werden, zumal die Einstellung der abstrakten Parameter detaillierte Kenntnisse der Bildaufbereitungstechnik voraussetzt, die bei
- 25 dem in aller Regel medizinisch geschulten Applikationspersonal nicht vorausgesetzt werden kann. Die Installation der Röntgenvorrichtung ist deshalb mit erheblichem personellen und zeitlichen Aufwand verbunden. Dies liegt insbesondere auch daran, dass für jedes von der Röntgenvorrichtung aufzu-
- 30 nehmende Organ (z.B. Thorax, Hüfte, Abdomen, Schädel, Extremitäten, etc.) jede Aufnahmeprojektion (lateral, aterior-posterior, oblique etc.) und gegebenenfalls verschiedene Generatoreinstellungen (Spannung, Strom, Filterung, Dosis) unterschiedliche Sätze von Bildbearbeitungsparametern
- 35 erstellt werden müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bildaufbereitung von Röntgenbildern anzugeben, bei dem die benutzerspezifische Anpassung der zur Bildaufbereitung herangezogenen Parameter vereinfacht ist. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine Bildaufbereitungseinheit sowie eine diese enthaltende Röntgenvorrichtung anzugeben, die eine vereinfachte Installation erlauben.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich der zur Durchführung des Verfahrens vorgesehenen Bildaufbereitungseinheit wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 7. Danach wird mindestens einem Bildbearbeitungsmodul der Bildaufbereitungseinheit, der in Abhängigkeit von mindestens einem Parameter eine vorgegebene Modifikation der Bilddaten durchführt, der oder jeder Parameter aus einem aktuellen Parametersatz zugeführt. Zur benutzerspezifischen Einstellung der Bildaufbereitung sind in einem Vorlagenspeicher mehrere Standard-Parametersätze hinterlegt, aus denen der aktuelle Parametersatz auswählbar ist. Gleichzeitig sind in einem Bildvorlagenspeicher Bilddaten hinterlegt, unter deren Verwendung zu jedem hinterlegten Standard-Parametersatz ein zugehöriges Vorlagebild für einen Benutzer zur Auswahl angezeigt werden kann. Die Auswahl des aktuellen Parametersatzes aus den verfügbaren Standard-Parametersätzen erfolgt nun erfindungsgemäß nicht direkt, sondern indem der Benutzer das zugehörige Vorlagebild auswählt.

Der Zwischenspeicher, der Vorlagenspeicher und der Bildvorlagenspeicher sind vorzugsweise abgegrenzte Bereiche auf einem oder mehreren gemeinsam verwendeten Speichermedien, z.B. dem Arbeitsspeicher eines Rechners oder einer Festplatte.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zugehörige Bildaufbereitungseinheit ermöglichen eine intuitive Einstellung einer Röntgenvorrichtung, zumal dem Benutzer die Art und

Weise der gewünschten Bildaufbereitung nicht anhand der abstrakten Parametersätze zur Auswahl gestellt wird, sondern anhand der Vorlagebilder, die dem Benutzer einen konkreten Eindruck des zu erwartenden Endergebnisses der Bildaufbereitung vermitteln. Für die Einstellung der Röntgenvorrichtung ist dadurch kein detailliertes Wissen über die technischen Details der Bildaufbereitung, z.B. Wissen über die Wirkung der einzelnen Parameter notwendig. Die Einstellung der Röntgenvorrichtung kann daher mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens weitgehend selbständig von dem medizinischen Applikationspersonal und insbesondere ohne Unterstützung von technischem Personal durchgeführt werden.

In einer einfachen Form des Verfahrens ist nur ein einzelner Standard-Parametersatz aus den zur Verfügung stehenden Standard-Parametersätzen auswählbar, der bei Auswahl identisch als aktueller Parametersatz übernommen wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist darüber hinaus vorgesehen, dass der Benutzer auch mehrere Standard-Parametersätze gleichzeitig auswählen kann, aus denen dann der aktuelle Parametersatz durch Interpolation erstellt wird. Hierzu verfügt die Bildaufbereitungseinheit in einer vorteilhaften Ausgestaltung über einen Kombinationsmodul, dem die ausgewählten Standard-Parametersätze zugeführt werden.

Vorzugsweise wird der aktuelle Parametersatz aus einer parameterspezifischen Linearkombination der ausgewählten Standard-Parametersätze gebildet, wobei die einzelnen ausgewählten Standard-Parametersätze vom Benutzer bevorzugt beliebig gewichtet werden können. „Parameter-spezifisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die genannte Linearkombination für jeden Parameter des Parametersatzes separat gebildet wird. Umfasst der Parametersatz ein zweidimensionales Feld oder eine Matrix von Parametern  $p_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, 3, \dots$ ), so wird die parameterspezifische Linearkombination der aus den zur Verfügung stehenden Standard-Parametersätzen  $P^{N \times k}$  ( $k = 1, 2, \dots$ ,

5

K) ausgewählten Standard-Parametersätze  $p^{Nr.1}$  ( $l = k_1, k_2, \dots$  mit  $k_1, k_2, \dots \in 1, 2, \dots, K$ ) mathematisch durch die Gleichung

$$p_{ij}^{akt} = \sum_l a_l \cdot p_{ij}^{Nr.l} \quad \text{GLG 1}$$

5

wiedergegeben. Das Symbol  $p_{ij}^{Nr.1}$  steht in GLG 1 für den Parameter  $p_{ij}$ , der in dem ausgewählten Standard-Parametersatz  $p^{Nr.1}$  enthalten ist. Ebenso steht das Symbol  $p_{ij}^{akt}$  für den Parameter  $p_{ij}$  im aktuellen Parametersatz  $p^{akt}$ . Die Summe in  
 10 GLG 1 läuft über alle ausgewählten Standard-Parametersätze  $p^{Nr.1}$  ( $l = k_1, k_2, \dots$ ). Das Symbol  $a_l$  bezeichnet den Wichtungsfaktor des ausgewählten Standard-Parametersatzes  $p^{Nr.1}$ . Jeder Wichtungsfaktor  $a_l$  ist eine Zahl, deren Wert zwischen 0 und 1 liegt, wobei die Summe aller Wichtungsfaktoren  $a_l$  ( $l = k_1, k_2, \dots$ ) 1 ergibt.  
 15

Enthält der Parametersatz Parameter  $p_{ij}(x)$ , die in Form einer Funktion definiert sind, so wird die parameter-spezifische Linearkombination durch die Gleichung

20

$$p_{ij}^{akt}(x) = \sum_l a_l \cdot p_{ij}^{Nr.l}(x). \quad \text{GLG 2}$$

wiedergegeben.

25 In einer Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass zu jedem Standard-Parametersatz bereits aufbereitete Vorlagebilder hinterlegt sind. Jedes hinterlegte Vorlagebild ist also gegenüber dem zugrundeliegenden Rohbild entsprechend dem zugehörigen Standard-Parametersatz bereits modifiziert. Diese  
 30 Bilddaten sind dem Benutzer direkt anzeigbar. Bei dieser Verfahrensvariante die Anzeige der Vorlagebilder daher mit vergleichsweise geringem Datenverarbeitungsaufwand verbunden.

In einer alternativen Ausführung des Verfahrens ist demgegenüber vorgesehen, dass Bilddaten hinterlegt sind, die einem  
 35 von der Röntgenvorrichtung aufgenommenen Rohbild entsprechen.

- Das Vorlagebild wird hierbei vor der Anzeige erst erstellt, indem die hinterlegten Rohbilddaten zunächst dem oder den Bildbearbeitungsmodulen zugeführt und entsprechend dem zugehörigen Standard-Parametersatz modifiziert werden. Der Vorteil dieser Verfahrensvariante liegt in ihrer Flexibilität. Insbesondere ist bei dieser Verfahrensvariante auch eine Änderung der Standard-Parametersätze problemlos möglich, ohne die hinterlegten Bilddaten ausgetauscht werden müssen.
- 10 Zweckmäßigerweise ist das zur Verfügung gestellte Angebot an hinterlegten Standard-Parametersätzen dahingehend diversifiziert, dass für unterschiedliche zu untersuchende Körperteile (z.B. Thorax, Hüfte, Abdomen, Schädel, Extremitäten, etc.), jede Aufnahmeprojektion (z.B. lateral, anterior-posterior) und
- 15 gegebenenfalls verschiedene Generatoreinstellungen, die sich beispielsweise hinsichtlich Spannung, Strom, Filterung oder Dosis unterscheiden, unterschiedliche Standard-Parametersätze hinterlegt sind.
- 20 Die vorstehend beschriebene Bildaufbereitungseinheit ist erfindungsgemäß in einer Röntgenvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 enthalten. Diese Röntgenvorrichtung umfasst insbesondere einen Röntgenstrahler zur Erzeugung einer Röntgenstrahlung und einen digitalen Röntgendetektor zur
- 25 Aufnahme eines Röntgenbildes. Das Röntgenbild wird in Form von Bilddaten der erfindungsgemäßen Bildaufbereitungseinheit zugeführt, die Bestandteil eines bevorzugt rechnergestützten Steuer- und Auswertesystems ist.
- 30 Der Vorteil dieser Röntgenvorrichtung besteht insbesondere darin, dass der im Zuge ihrer Installation erforderliche Einstellungsprozess der Bildaufbereitungsparameter vereinfacht ist und weitgehend selbständig von dem Applikationspersonal vorgenommen werden kann.
- 35 Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- FIG 1 in einer schematischen Darstellung eine Röntgenvorrichtung mit einem Röntgenstrahler, einem digitalen Röntgendetektor und einem eine Bildaufbereitungseinheit umfassenden Steuer- und Auswertesystem,
- FIG 2 in einer perspektivischen und teilweise aufgeschnittenen Schemadarstellung den Röntgendetektor,
- FIG 3 in einem vereinfachten Blockschaltbild die Bildaufbereitungseinheit der Vorrichtung gemäß FIG 1,
- FIG 4 in einer Darstellung gemäß FIG 3 eine erweiterte Ausführung der Bildaufbereitungseinheit,
- FIG 5 in einer Darstellung gemäß FIG 3 eine alternative Ausführung der Bildaufbereitungseinheit, und
- FIG 6 in einer beispielhaften Gegenüberstellung ein von dem Röntgendetektor aufgenommenes Rohbild sowie zwei unter Verwendung unterschiedlicher Standard-Parametersätze modifizierte Endbilder.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in den Figuren stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die in FIG 1 schematisch dargestellte Röntgenvorrichtung 1 umfasst einen Röntgenstrahler 2, einen digitalen Röntgendetektor 3 sowie ein Steuer- und Auswertesystem 4. Dem Röntgenstrahler 2 und dem Röntgendetektor 3 sind in Strahlungsrichtung 5 eine Tiefenblende 6 und ein Streustrahlenraster 7 zwischengeschaltet. Die Tiefenblende 6 dient hierbei dazu, ein Teilbündel einer gewünschten Größe aus der vom Röntgenstrahler 2 erzeugten Röntgenstrahlung R auszuschneiden, das durch eine zu untersuchende Person 8 oder einen zu untersuchenden Gegenstand und das Streustrahlenraster 7 auf den Röntgendetektor 3 fällt. Das Streustrahlenraster 7 dient

dabei zur Ausblendung von seitlicher Streustrahlung, die das vom Röntgendetektor 3 aufgenommene Röntgenbild verfälschen würde.

- 5 Der Röntgenstrahler 2 und der Röntgendetektor 3 sind an einem Stativ 9 oder oberhalb und unterhalb eines Untersuchungstischs verstellbar befestigt.

Das Steuer- und Auswertesystem 4 umfasst eine Steuereinheit  
10 10 zur Ansteuerung des Röntgenstrahlers 2 und/oder des Röntgendetektors 3 sowie zur Erzeugung einer Versorgungsspannung für den Röntgenstrahler 2. Die Steuereinheit 10 ist über Daten- und Versorgungsleitungen 11 mit dem Röntgenstrahler 2 verbunden. Das Steuer- und Auswertesystem 4 umfasst weiterhin  
15 eine Bildaufbereitungseinheit 12. Die Bildaufbereitungseinheit 12 ist bevorzugt Bestandteil einer Datenverarbeitungsanlage 13, die zusätzlich zu bildverarbeitender Software eine Bediensoftware für die Röntgenvorrichtung 1 enthält. Die Datenverarbeitungsanlage 13 ist über Daten- und  
20 Systembusleitungen 14 mit der Steuereinheit 10 und dem Röntgendetektor 3 verbunden. Die Datenverarbeitungsanlage 13 ist weiterhin zur Ein- und Ausgabe von Daten mit Peripheriegeräten, insbesondere einem Bildschirm 15, einer Tastatur 16 und einer Maus 17 verbunden.

25 Der in FIG 2 im Detail dargestellte Röntgendetektor 3 ist ein so genannter Festkörperdetektor. Er umfasst eine flächige aktive Auslesematrix 18 aus amorphem Silizium (aSi), die mit einer Röntgenkonverterschicht 19, z.B. aus Cäsiumjodid (CsJ),  
30 beschichtet ist. In dieser Röntgenkonverterschicht 19 wird die in Strahlungsrichtung 5 auftreffende Röntgenstrahlung R in sichtbares Licht umgewandelt, welches in Fotodioden 20 der Auslesematrix 18 in elektrische Ladung umgewandelt wird. Diese elektrische Ladung wird wiederum orts aufgelöst in der  
35 Auslesematrix 18 gespeichert. Die gespeicherte Ladung kann, wie in dem in FIG 2 vergrößert dargestellten Ausschnitt 21 angedeutet ist, durch elektronische Aktivierung 22 eines



jeder Fotodiode 20 zugeordneten Schaltelements 23 in Richtung des Pfeils 24 an eine nur schematisch angedeutete Elektronik 25 ausgelesen werden. Die Elektronik 25 erzeugt digitale Bilddaten B durch Verstärkung und Analog-Digital-Wandlung der ausgelesenen Ladung. Die Bilddaten B werden über die Daten- und Systembusleitung 14 an die Bildaufbereitungseinheit 12 übermittelt.

Die Bildaufbereitungseinheit 12 ist bevorzugt in Form eines in der Datenverarbeitungsanlage 13 implementierten Softwaremoduls realisiert. Ein vereinfachtes Blockschaltbild der Bildaufbereitungseinheit 12 ist in FIG 3 dargestellt. Die vom Röntgendetektor 3 produzierten Bilddaten B werden demgemäss zunächst einem Eingangsspeicher 26 zugeführt. Der Eingangsspeicher 26 enthält somit Bilddaten B, die einem „Rohbild“  $I_0$ , d.h. einem unaufbereiteten Röntgenbild entsprechen. Ausgehend vom Eingangsspeicher 26 werden die Bilddaten B sukzessive einer Anzahl von Bildbearbeitungsmodulen  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) zugeführt, deren jeder die Bilddaten B auf eine vorgegebene Weise modifiziert. Bei den Bildbearbeitungsmodulen  $A_i$  handelt es sich beispielsweise um ein Bildschärfemodul, Filtermodule (insbesondere Tiefpass-, Hochpass-, Medianfilter und Kombinationen davon), Kontrast- und Helligkeitsmodule, frequenzband-abhängige Filtermodule oder Module zur kennlinien-abhängigen Modifikation der Bilddaten. Jedes Bildbearbeitungsmodul  $A_i$  wird durch einen oder mehrere Parameter  $p_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, m_i$ ) angesteuert.

Beispielhaft sei angenommen, dass das erste Bildbearbeitungsmodul  $A_1$  ein Modul zur Konturen hervorhebung („edge enhancement“) ist. Als diesem Modul  $A_1$  zugeordneten Parameter  $p_{11}$ ,  $p_{12}$ ,  $p_{13}$ , ... können beispielsweise die Größe des Filterkerns, der Beimischungsgrad eines Hochpassbildes, ein Signalpegel, oberhalb - oder unterhalb - dessen der Filter wirkt bzw. unterdrückt wird od.dgl. herangezogen werden.

Jeder Parameter  $p_{ij}$  kann ferner eine einzelne Zahl enthalten oder eine Kennlinie  $p_{ij}(x)$ , d.h. eine funktionale Abhängigkeit.

- 5 Die Gesamtheit aller Parameter  $p_{ij}$  wird als Parametersatz  $P$  bezeichnet. Der Parametersatz  $P$  kann beispielsweise als zweidimensionales Feld oder Matrix der einzelnen Parameter  $p_{ij}$  dargestellt oder datentechnisch gehandhabt werden.
- 10 Im Betrieb der Röntgenvorrichtung 1 wird den Bildbearbeitungsmodulen  $A_i$  ein aktueller Parametersatz  $P^{akt}$  zur Verfügung gestellt. Dieser aktuelle Parametersatz  $P^{akt}$  ist bevorzugt in einem Zwischenspeicher 27 abgelegt.
- 15 Die in dem aktuellen Parametersatz  $P^{akt}$  enthaltenen Parameterwerte bilden sozusagen die Grundeinstellung der Bildaufbereitungseinheit 12. Entsprechend den im aktuellen Parametersatz  $P^{akt}$  niederlegten Parametern  $p_{ij}$  modifizieren die Bildbearbeitungsmodule  $A_i$  die Bilddaten  $B$ . Die derart  
20 modifizierten Bilddaten  $B$ , die nunmehr ein „Endbild“  $I_1$  enthalten, werden in einem Ausgangsspeicher 28 abgelegt. Das Endbild  $I_1$  kann dann z.B. auf dem Bildschirm 15 angezeigt werden.
- 25 Wenn das Endbild  $I_1$  den Erwartungen des Benutzers nicht entspricht, kann dieser den aktuellen Parametersatz  $P^{akt}$ , und damit die Einstellungen der Bildaufbereitung, ändern. Hierfür ist die Bildaufbereitungseinheit 12 mit einem Vorlagenspeicher 29 versehen, in dem eine Anzahl von insgesamt  $K$  ( $K =$   
30  $2, 3, 4, \dots$ ) Standard-Parametersätzen  $P^{Nr.k}$  hinterlegt ist. Der Buchstabe  $k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) steht hierbei für einen Zählindex, der zur Identifizierung des einzelnen Standard-Parametersatzes  $P^{Nr.1}, P^{Nr.2}, \dots$  dient.
- 35 Bei der in FIG 3 dargestellten einfachen Variante der Bildaufbereitungseinheit 12 kann der Benutzer, wie nachstehend näher beschrieben, einen einzelnen Standard-Parametersatz

$p^{Nr.1}$  ( $1 \in 1, 2, \dots, K$ ) aus den zu Verfügung stehenden Standard-Parametersätzen  $p^{Nr.k}$  auswählen, der dem aktuellen Parametersatz  $p^{akt}$  zugeordnet wird, dessen Parametereinstellungen also auf den aktuellen Parametersatz  $p^{akt}$  übertragen werden.

5

Um dem Benutzer eine intuitive Auswahl des gewünschten Standard-Parametersatzes  $p^{Nr.1}$  zu ermöglichen, enthält die Bildaufbereitungseinheit 12 weiterhin einen Bildvorlagenspeicher 30. In diesem Bildvorlagenspeicher 30 ist in Form von Bilddaten B zu jedem Standard-Parametersatz  $p^{Nr.k}$  ein Vorlagebild  $v^{Nr.k}$  hinterlegt, welches auf dem Bildschirm 15 anzeigbar ist. Jedes Vorlagebild  $v^{Nr.k}$  entspricht einem Endbild, d.h. einem entsprechend den Parameterwerten des zugehörigen Standard-Parametersatzes  $p^{Nr.k}$  modifizierten Rohbild. Das Vorlagebild  $v^{Nr.k}$  vermittelt dem Benutzer somit einen visuellen Eindruck davon, welches Endergebnis hinsichtlich der Bildaufbereitung bei Auswahl eines bestimmten Standard-Parametersatzes  $p^{Nr.k}$  zu erwarten ist. Der Benutzer wählt nun den gewünschten Standard-Parametersatz  $p^{Nr.k}$  indirekt, indem er das zugehörige Vorlagenbild  $v^{Nr.k}$  auswählt. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass er mit der Maus 17 das am Bildschirm 15 dargestellte Vorlagenbild  $v^{Nr.k}$  anklickt oder mittels der Tastatur 16 den entsprechenden Zählindex k oder eine anderweitige Kennung des Vorlagebilds  $v^{Nr.k}$  eingibt. Ein großer Vorteil des Verfahrens liegt insbesondere darin, dass der Benutzer mit den abstrakten Parametern  $p_{ij}$  der Bildaufbereitung nicht mehr zwangsweise in Berührung kommt. Dies erleichtert insbesondere solchen Benutzern, die mit den technischen Details der Bildaufbereitung nicht vertraut sind, die Handhabung der Röntgenvorrichtung 1.

Bevorzugt werden verschiedenen Standard-Parametersätze  $p^{Nr.k}$  für verschiedene zu untersuchende Körperteile oder -organe, verschiedene Aufnahmeprojektionen und verschiedene Einstellungen des Röntgengenerators bereitgestellt. Beispielsweise beinhalten die ersten fünf Standard-Parametersätze  $p^{Nr.1}$  bis  $p^{Nr.5}$  unterschiedliche Bildaufbereitungsvarianten, die zur

35

Aufnahme des Brustkorbs (Thorax) bei frontaler Aufnahmeprojektion (anterior-posterior) und einer bestimmten Generatoreinstellung vorgesehen sind. Die folgenden fünf Standard-Parametersätze  $p^{Nr.6}$  bis  $p^{Nr.10}$  könnten beispielsweise unterschiedliche Parametereinstellungen für Thorax-Aufnahmen bei lateraler Aufnahmeprojektion bereit stellen, usw. Es ist leicht ersichtlich, dass die Anzahl der für alle Standardfälle bereitzustellenden Standard-Parametersätze  $p^{Nr.k}$  sehr groß werden kann. Um den Benutzer aus dieser Vielzahl von Standard-Parametersätzen  $p^{Nr.k}$  die Auswahl zu erleichtern, ist zweckmäßigerweise eine (nicht näher dargestellte) Menüführung vorgesehen, die den Benutzer schrittweise zum Ziel führt. Beispielsweise wird der Benutzer dazu aufgefordert, zunächst das zu untersuchende Organ, die gewünschte Aufnahmeprojektion und die Generatoreinstellung zu spezifizieren. Zur Auswahl des zu verwendenden Parametersatzes werden dem Benutzer anschließend nur diejenigen Vorlagebilder  $v^{Nr.k}$  angezeigt, die der vorausgewählten Kombination aus Organ, Projektion und Generatoreinstellung entsprechen.

In FIG 4 ist eine erweiterte Ausführung der Bildaufbereitungseinheit 12 dargestellt. Bei dieser Ausführung kann der Benutzer nicht nur eine einfache Auswahl eines einzelnen Standard-Parametersatzes  $p^{Nr.1}$  als aktuellen Parametersatz  $p^{akt}$  treffen. Er kann vielmehr auch mehrere Standard-Parametersätze  $p^{Nr.1}$  ( $1 = k_1, k_2, \dots$  mit  $k_1, k_2 \in 1, 2, \dots, K$ ) gleichzeitig auswählen, aus denen in einem Kombinationsmodul 31 der aktuelle Parametersatz  $P$  interpolativ erstellt wird. Der Benutzer trifft hierbei eine gewichtete Auswahl, d.h. er wird aufgefordert, den relativen Beitrag jedes ausgewählten Standard-Parametersatzes  $p^{Nr.1}$  durch Angabe eines zugehörigen Wichtungsfaktors  $a_1$  zu spezifizieren.

Der Benutzer kann beispielsweise den ersten und dritten Parametersatz  $p^{Nr.1}$  und  $p^{Nr.3}$  in einem Wichtungsverhältnis von 40:60 auswählen. Dies entspricht in der hier verwendeten Nomenklatur  $k_1 = 1$ ,  $k_2 = 3$  sowie  $a_1 = 0,4$  und  $a_3 = 0,6$ . Der

Kombinationsmodul 31 erstellt anhand der ausgewählten Standard-Parametersätze  $P^{Nr.1}$  und Wichtungsfaktoren  $a_1$  den aktuellen Parametersatz  $P^{akt}$  durch Bildung der parameter-spezifischen Linearkombination gemäß den GLG 1 und 2. Das Ergebnis  
5 wird im Zwischenspeicher 27 als neuer aktueller Parametersatz  $P^{akt}$  abgelegt.

Bei einer, in FIG 5 dargestellten Variante der Bildaufbereitungseinheit 12 sind im Bildvorlagenspeicher 30 keine  
10 Endbilder, sondern Rohbildvorlagen  $V_o$  ( $o = 1, 2, 3, \dots$ ) gespeichert. Der Bildvorlagenspeicher 30 umfasst vorteilhafterweise Rohbilder der verschiedenen zu untersuchenden Organe in unterschiedlichen Aufnahmeprojektionen und bei unterschiedlichen Generatoreinstellungen. Der Index  $o$  dient  
15 hierbei zur Identifizierung der einzelnen Rohbildvorlagen  $V_o$ .

Zur Anzeige eines einem vorgegebenen Standard-Parametersatz  $P^{Nr.k}$  zugeordneten Vorlagebilds  $V^{Nr.k}$  wird zunächst (in nicht näher dargestellter Weise) eine Rohbildvorlage  $V_o$  ausgewählt,  
20 die hinsichtlich der Kombination aus Organ, Aufnahmeprojektion und Generatoreinstellung mit dem Standard-Parametersatz  $P^{Nr.k}$  übereinstimmt. Diese Rohbildvorlage  $V_o$  wird den Bearbeitungsmodulen  $A_i$  zugeführt und nach Vorgabe der im Standard-Parametersatz  $P^{Nr.k}$  enthaltenen Parameter  $p_{ij}^{Nr.k}$  modifiziert.  
25 Das auf diese Weise aus der Rohbildvorlage  $V_o$  erstellte Vorlagebild  $V^{Nr.k}$  wird auf dem Bildschirm 15 zur Anzeige gebracht.

Zur Verdeutlichung sind in FIG 6 eine vom Röntgendetektor 3  
30 aufgenommene Thorax-Aufnahme im Rohbild  $I_o$  sowie in zwei unterschiedlichen Endbildern  $I_1$  und  $I_1'$  beispielhaft gegenübergestellt. Zur Bildaufbereitung wurde hier jeweils ein Bearbeitungsmodul  $A_1$  verwendet, das eine Grauwertverschiebung der einzelnen Bildpunkte gemäß einer Kennlinie, d.h. einem  
35 funktionalen Parameter  $p_1(x)$  vornimmt. Der unterschiedliche optische Eindruck der Endbilder  $I_1$  und  $I_1'$  rührt daher, dass der Parameter  $p_1(x)$  zur Erstellung der Endbilder  $I_1$  und  $I_1'$

zwei unterschiedlichen Standard-Parametersätzen  $P^{Nr.1}$  bzw.  $P^{Nr.2}$  entnommen wurde.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildaufbereitung von digitalen Röntgen-  
bildern, bei dem an Bilddaten (B) von mindestens einem  
5 Bildbearbeitungsmodul ( $A_i$ ) in Abhängigkeit von mindestens  
einem Parameter ( $p_{ij}$ ) eine vorgegebene Modifikation  
durchgeführt wird,  
- wobei der oder jeder Parameter ( $p_{ij}$ ) dem Bildverarbei-  
tungsmodul ( $A_i$ ) aus einem aktuellen Parametersatz ( $p^{akt}$ )  
10 zugeführt wird,  
- wobei mehrere Standard-Parametersätze ( $p^{Nr.k}$ ) hinterlegt  
sind, aus denen der aktuelle Parametersatz ( $p^{akt}$ ) auswähl-  
bar ist,  
- wobei zu jedem Standard-Parametersatz ( $p^{Nr.k}$ ) unter Verwen-  
15 dung von hinterlegten Bilddaten ein zugehöriges Vorlage-  
bild ( $v^{Nr.k}$ ) anzeigbar ist,  
- wobei die Auswahl des Standard-Parametersatzes ( $p^{Nr.k}$ )  
durch Auswahl des zugehörigen Vorlagebildes ( $v^{Nr.k}$ )  
erfolgt.
- 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass mehrere Standard-Parametersätze ( $p^{Nr.k}$ )  
gleichzeitig auswählbar sind, und dass der aktuelle  
Parametersatz ( $p^{akt}$ ) aus den ausgewählten Standard-  
25 Parametersätzen ( $p^{Nr.1}$ ) erstellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass der aktuelle Parametersatz ( $p^{akt}$ ) durch  
parameter-spezifische Linearkombination der ausgewählten  
30 Standard-Parametersätze ( $p^{Nr.k}$ ) erstellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass zur Anzeige des Vorlagebilds  
( $v^{Nr.k}$ ) Bilddaten (B) eines entsprechend dem zugehörigen  
35 Standard-Parametersatz ( $p^{Nr.k}$ ) modifizierten Endbildes  
hinterlegt sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass Bilddaten (B) eines  
Rohbildes ( $V_0$ ) hinterlegt sind, die zur Anzeige der  
Bildvorlage ( $V^{Nr.k}$ ) durch den mindestens einen Bildbe-  
5 arbeitungsmodul ( $A_i$ ) in Abhängigkeit des zugehörigen Stan-  
dard-Parametersatzes ( $P^{Nr.k}$ ) modifiziert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass für unterschiedliche zu  
10 untersuchende Organe, unterschiedliche Aufnahmeprojektionen  
und/oder unterschiedliche Generatoreinstellungen verschiedene  
Standard-Parametersätze ( $P^{Nr.k}$ ) hinterlegt sind.
7. Bildaufbereitungseinheit (12) für eine Röntgenvorrichtung  
15 (1), mit mindestens einem Bildbearbeitungsmodul ( $A_i$ ), welcher  
dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von mindestens einem  
Parameter ( $p_{ij}$ ) eine vorgegebene Modifikation von Bilddaten  
(B) durchzuführen, mit einem Vorlagenspeicher (29), in  
welchem mehrere Standard-Parametersätze ( $P^{Nr.k}$ ) hinterlegt  
20 sind, aus denen der aktuelle Parametersatz ( $P^{akt}$ ) auswählbar  
ist, mit einem Bildvorlagenspeicher (30), in welchem Bild-  
daten (B) hinterlegt sind, unter deren Verwendung zu jedem  
Standard-Parametersatz ( $P^{Nr.k}$ ) ein zugehöriges Vorlagebild  
( $V^{Nr.k}$ ) anzeigbar ist, wobei ein Vorlagenbild ( $V^{Nr.k}$ ) aus-  
25 wählbar ist und durch Auswahl des Vorlagenbilds ( $V^{Nr.k}$ ) die  
Auswahl des zugehörigen Standard-Parametersatzes ( $P^{Nr.k}$ )  
erfolgt.
8. Bildaufbereitungseinheit (12) nach Anspruch 7, d a -  
30 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die gleichzeitige  
Auswahl mehrerer Standard-Parametersätze ( $P^{Nr.k}$ ) ermöglicht  
ist, und dass ein Kombinationsmodul (31) vorgesehen ist, das  
dazu ausgebildet ist, den aktuellen Parametersatz ( $P^{akt}$ ) aus  
den ausgewählten Standard-Parametersätzen ( $P^{Nr.k}$ ) zu  
35 erstellen.



9. Bildaufbereitungseinheit (12) nach Anspruch 8, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der  
Kombinationsmodul (31) dazu ausgebildet ist, den aktuellen  
Parametersatz ( $P^{akt}$ ) aus einer parameter-spezifischen  
5 Linearkombination der ausgewählten Standard-Parametersätze  
( $P^{Nr.k}$ ) zu berechnen.
10. Röntgenvorrichtung (1) mit einem Röntgenstrahler (2),  
einem digitalen Röntgendetektor (3) und einem Steuer- und  
10 Auswertesystem (4), wobei das Steuer- und Auswertesystem (4)  
eine Bildaufbereitungseinheit (12) nach einem der Ansprüche 7  
bis 9 umfasst.
11. Röntgenvorrichtung (1) nach Anspruch 10, d a d u r c h  
15 g e k e n n z e i c h n e t , dass der Röntgendetektor (3) ein  
Festkörperdetektor mit einer aktiven Auslesematrix (18) aus  
amorphen Silizium ist.

1/5

FIG 1

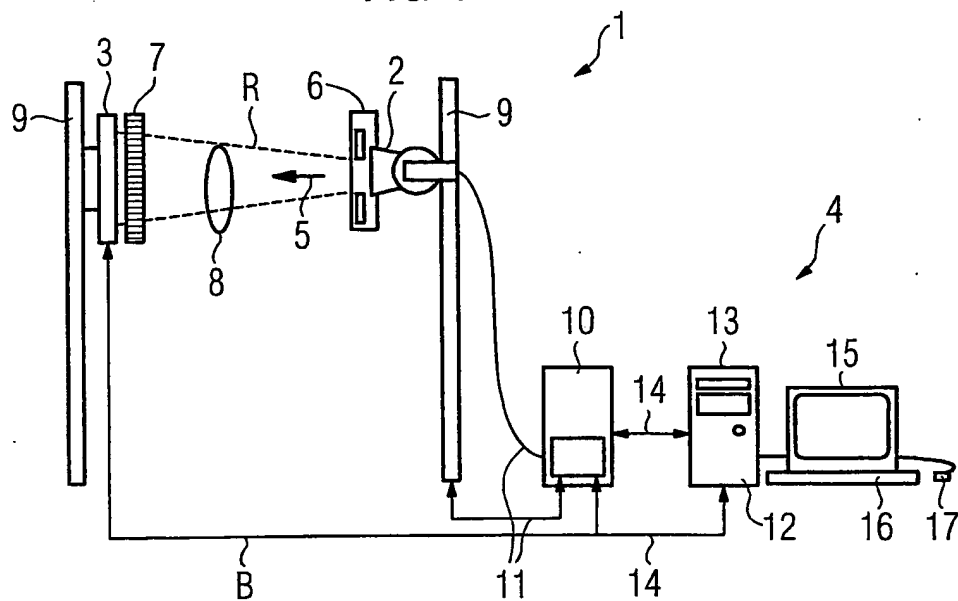
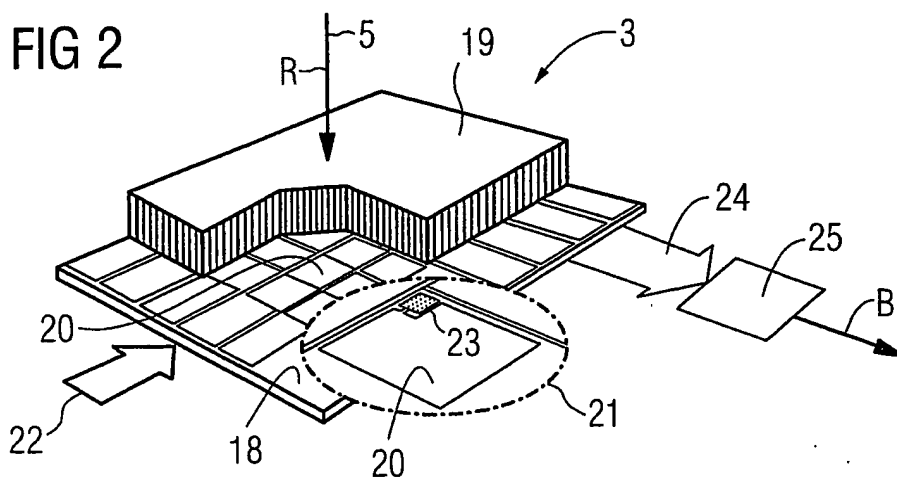


FIG 2



2/5

FIG 3

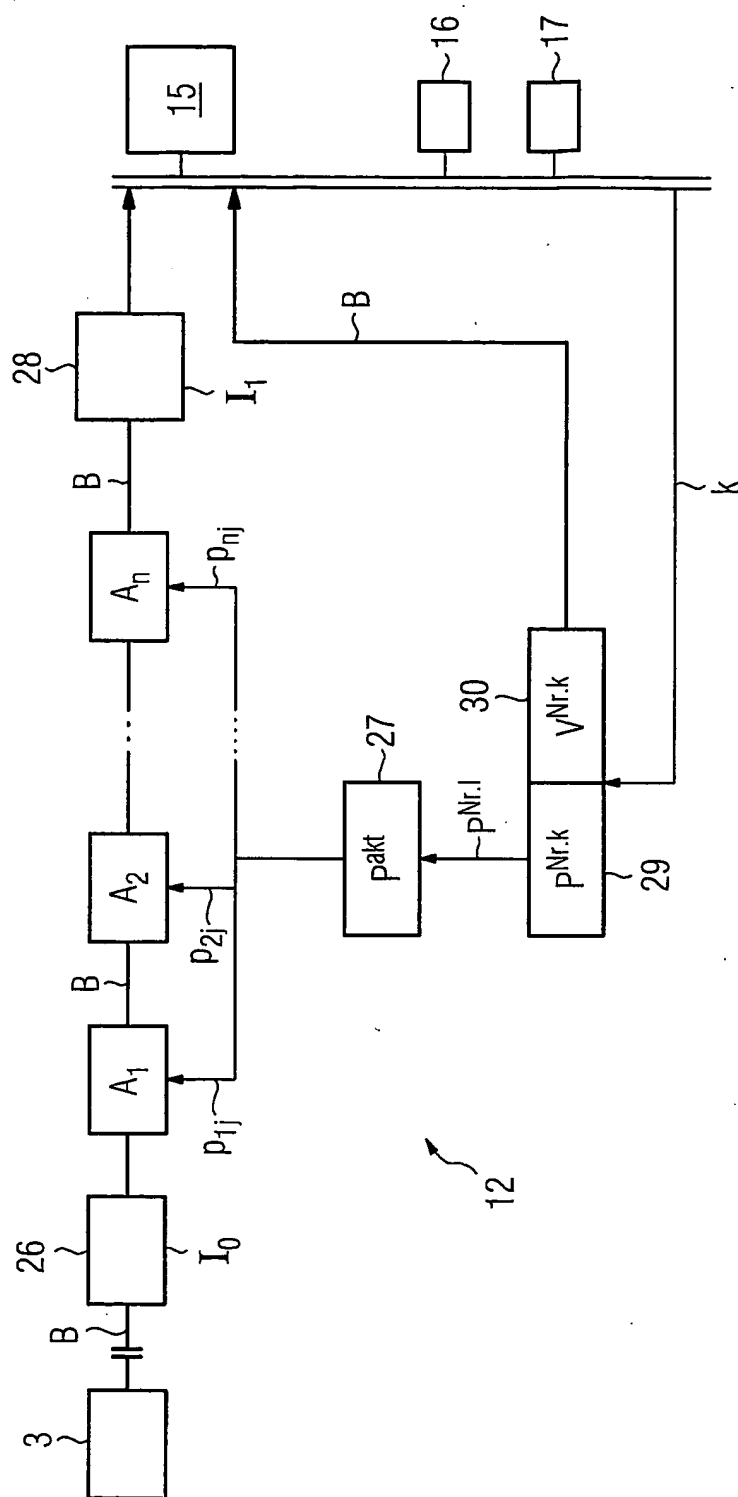


FIG 4

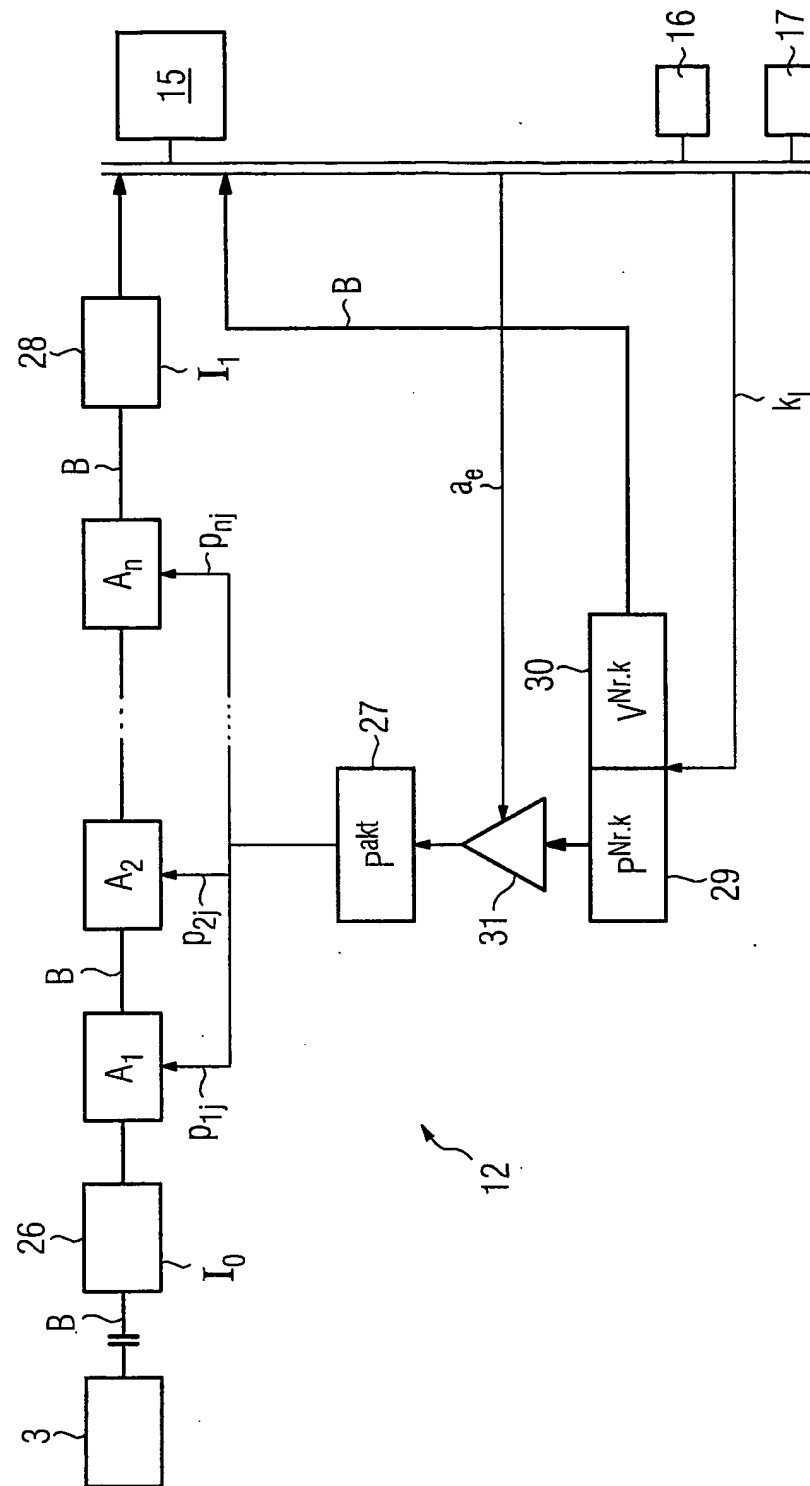
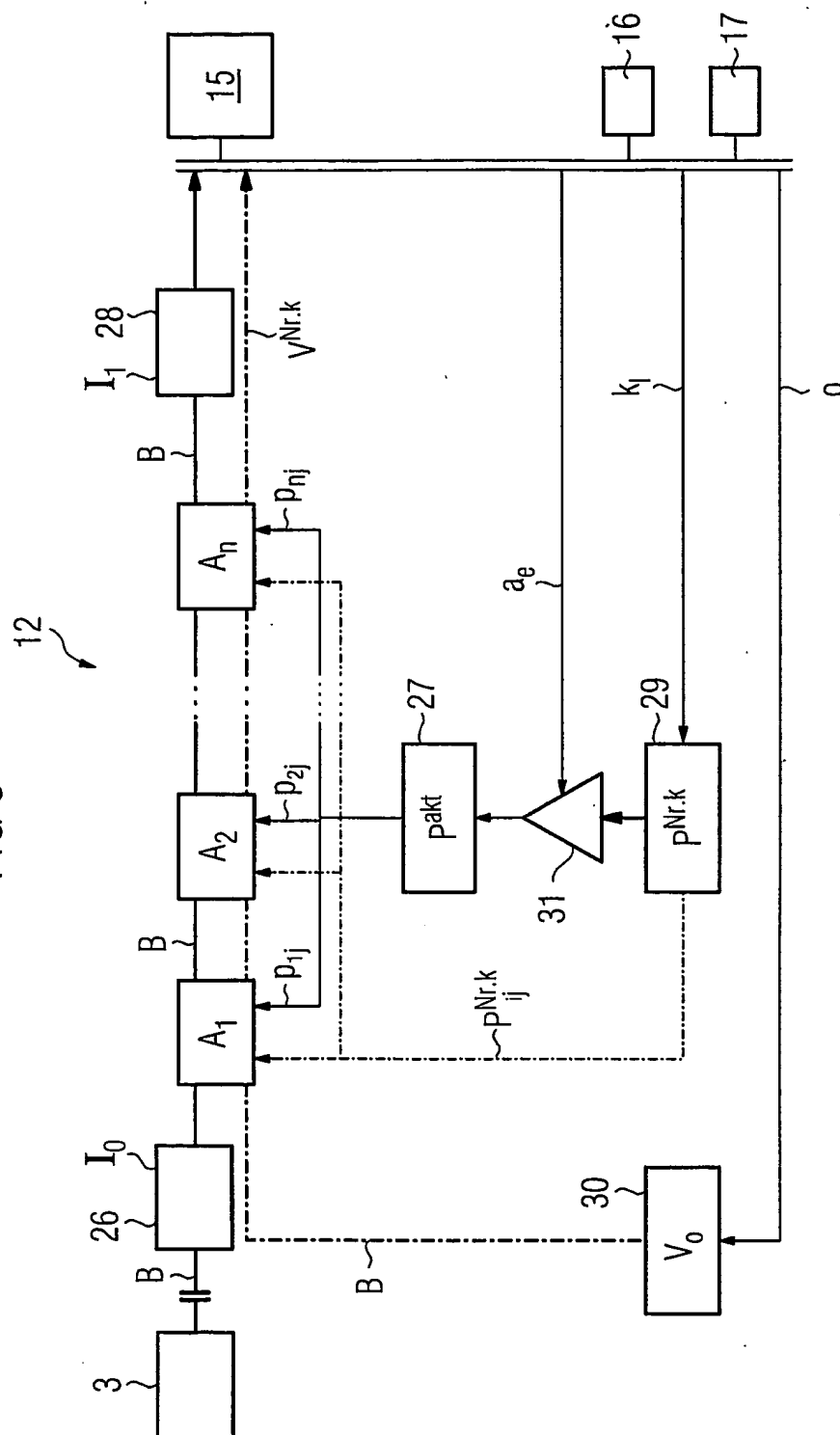


FIG 5



5/5

FIG 6

